

# **Forschung an Bauweisen, Materialien und ressourcenschonenden Fertigungsprozessen an der Forschungsrotorblattform des ZLP Stade**

CU-Thementag „Neue Technologien für Windrotorblätter mit Blick auf  
die Materialien und Bauweisen, Repowering, Demontage und  
Recycling



Wissen für Morgen





# Inhalt

DLR.de • Folie 3 > Forschung an Bauweisen, Materialien und ressourcenschonenden Fertigungsprozessen an der Forschungsrotorblattform des ZLP Stade > Arne Hindersmann, Michael Kühn > 24.11.2020

## Vorstellung Rotorblattform/ Infrastruktur



DLR.de • Folie 12 > Forschung an Bauweisen, Materialien und ressourcenschonenden Fertigungsprozessen an der Forschungsrotorblattform des ZLP Stade > Arne Hindersmann, Michael Kühn > 24.11.2020

## Vorgehensweise Blattbau



DLR.de • Folie 5 > Forschung an Bauweisen, Materialien und ressourcenschonenden Fertigungsprozessen an der Forschungsrotorblattform des ZLP Stade > Arne Hindersmann, Michael Kühn > 24.11.2020

## Infrastruktur für Qualitätssicherungsmaßnahmen



DLR.de • Folie 15 > Forschung an Bauweisen, Materialien und ressourcenschonenden Fertigungsprozessen an der Forschungsrotorblattform des ZLP Stade > Arne Hindersmann, Michael Kühn > 24.11.2020

## Ressourcenschonender Fertigungsprozess

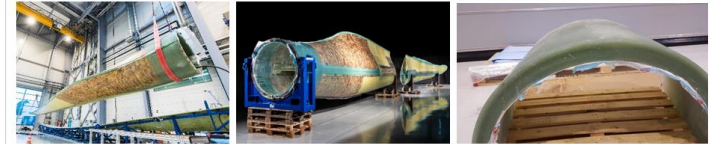
### • Beispielrechnung Harzaufnahme Sandwichlaminat

16 %	Fließhilfe
13 %	Fasermaterial 1200 g/m²
13 %	Fasermaterial 1200 g/m²
31 %	Schaumkern
13 %	Fasermaterial 1200 g/m²
13 %	Fasermaterial 1200 g/m²



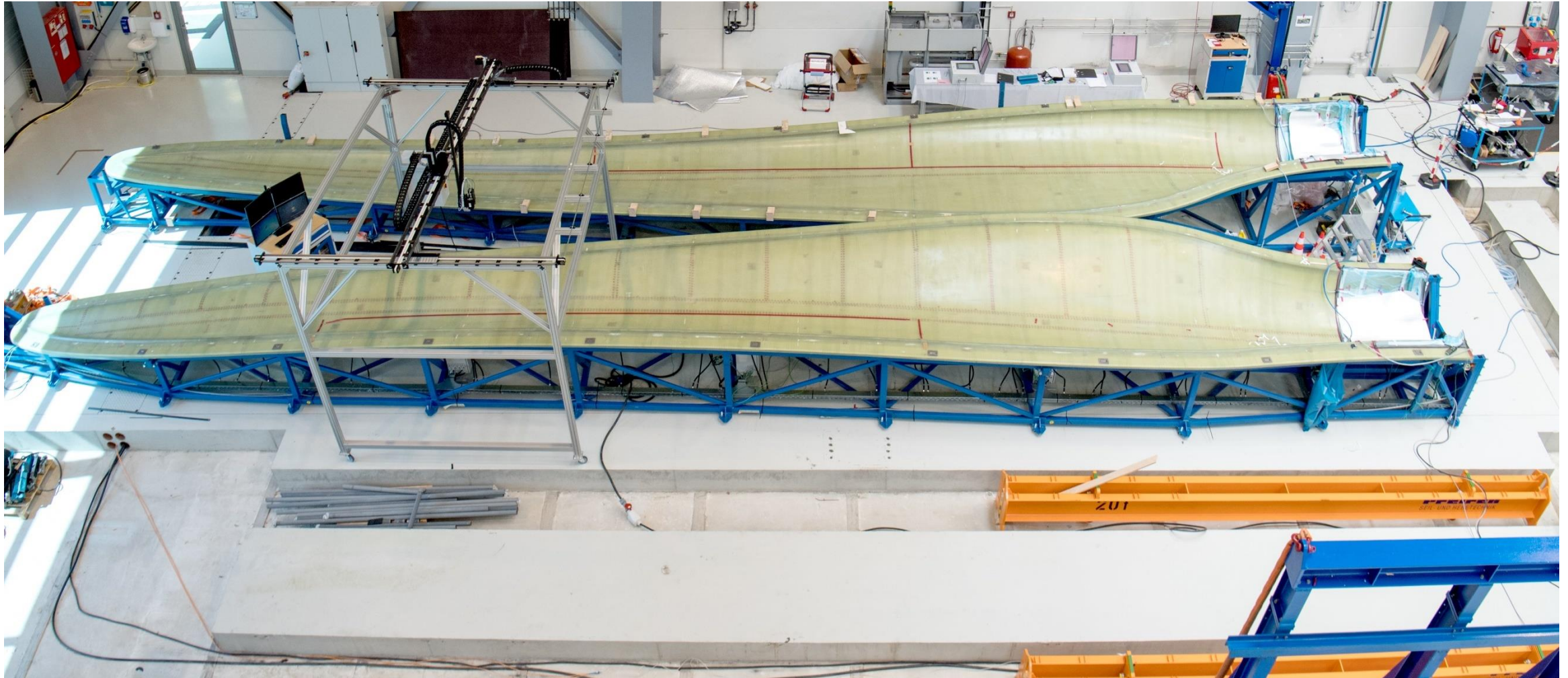
DLR.de • Folie 8 > Forschung an Bauweisen, Materialien und ressourcenschonenden Fertigungsprozessen an der Forschungsrotorblattform des ZLP Stade > Arne Hindersmann, Michael Kühn > 24.11.2020

## Auswahl Projekte





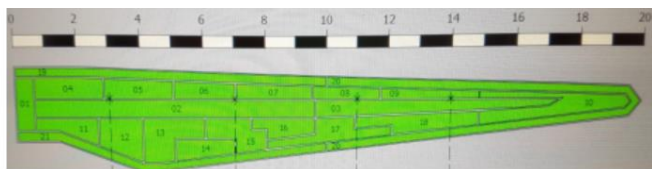
# Vorstellung Rotorblattform/ Infrastruktur



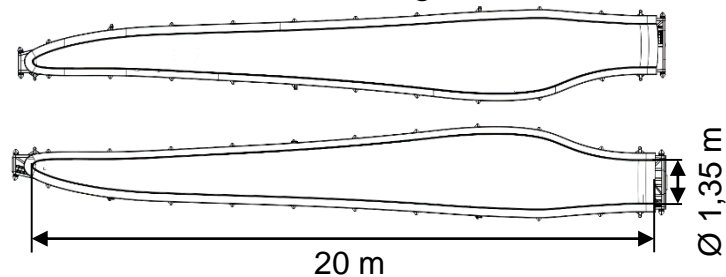


# Vorstellung Rotorblattform/ Infrastruktur

21 verschiedene Heizzonen



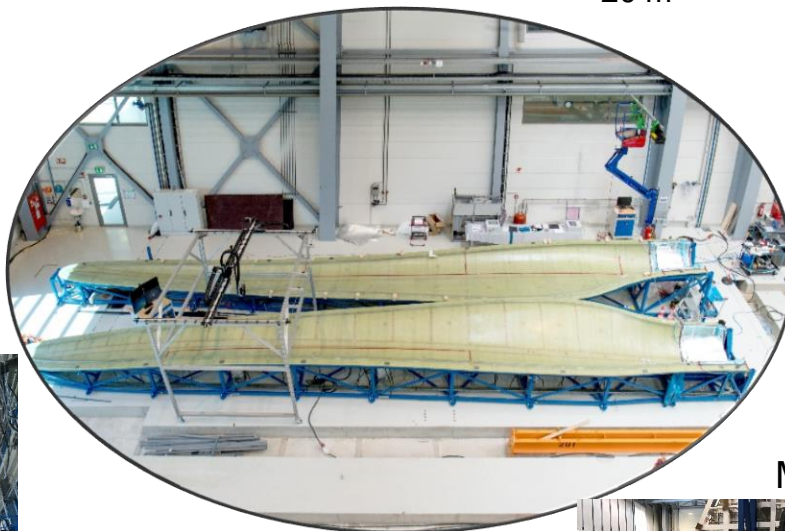
Abmessungen



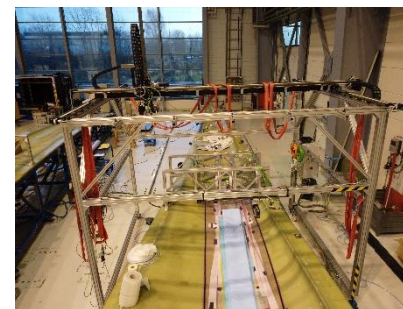
Stegsetzer



Drehbare Druckseitenform



Optische Messzelle



Misch- und Dosieranlagen

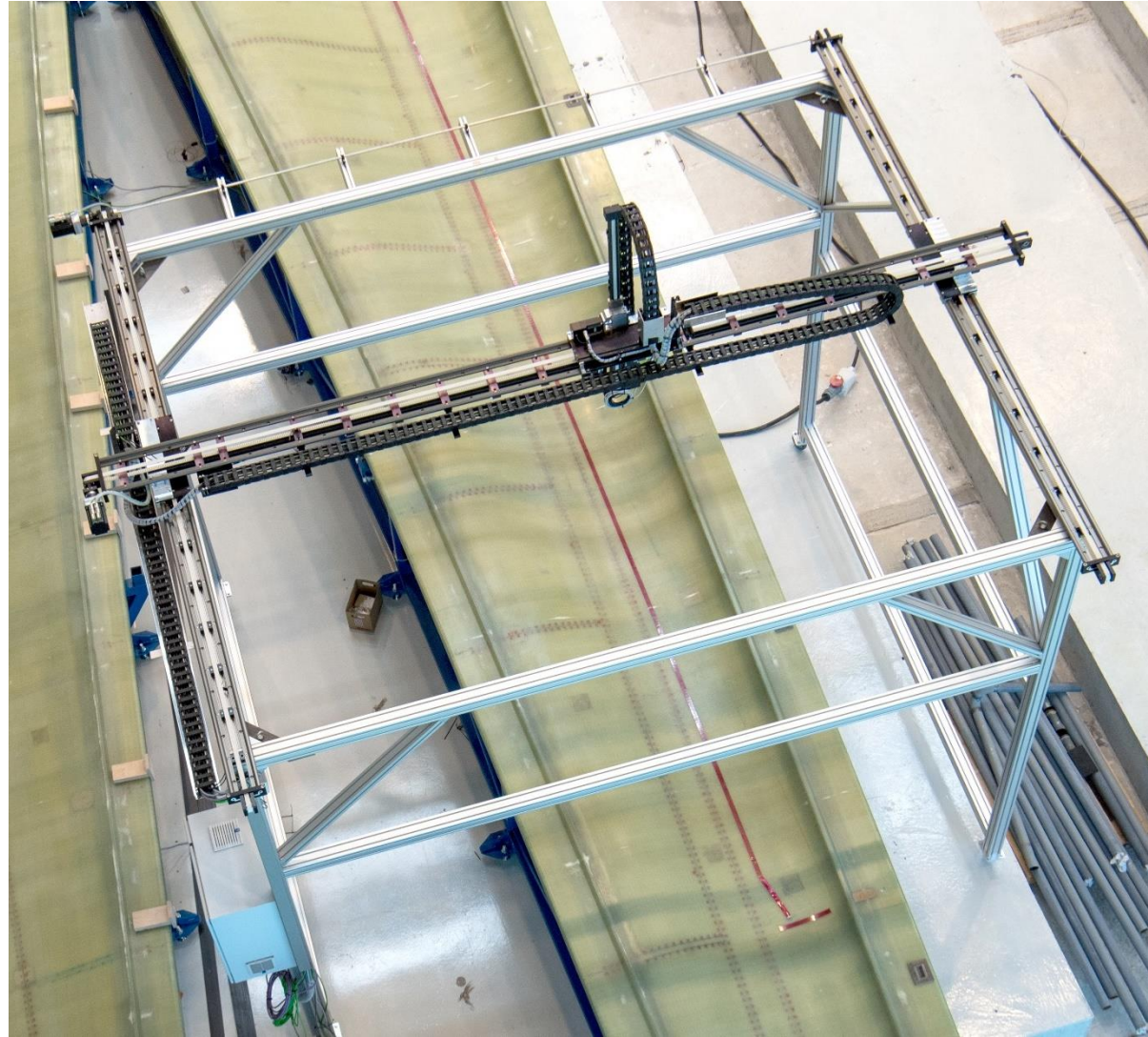


Zusätzliche elektrisch beheizte Form für Vorversuche





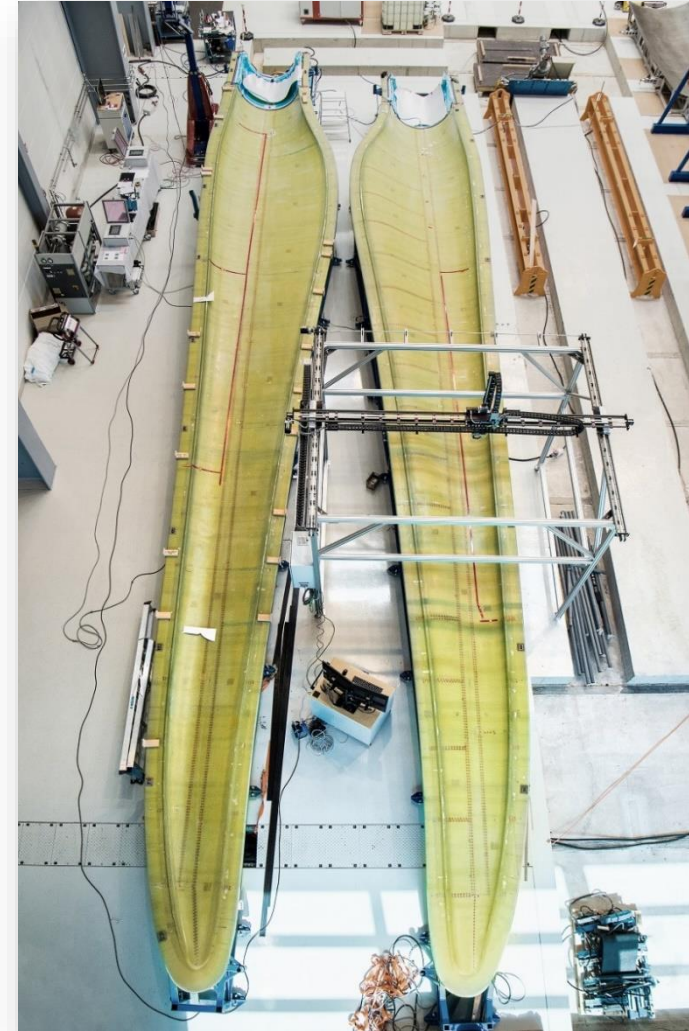
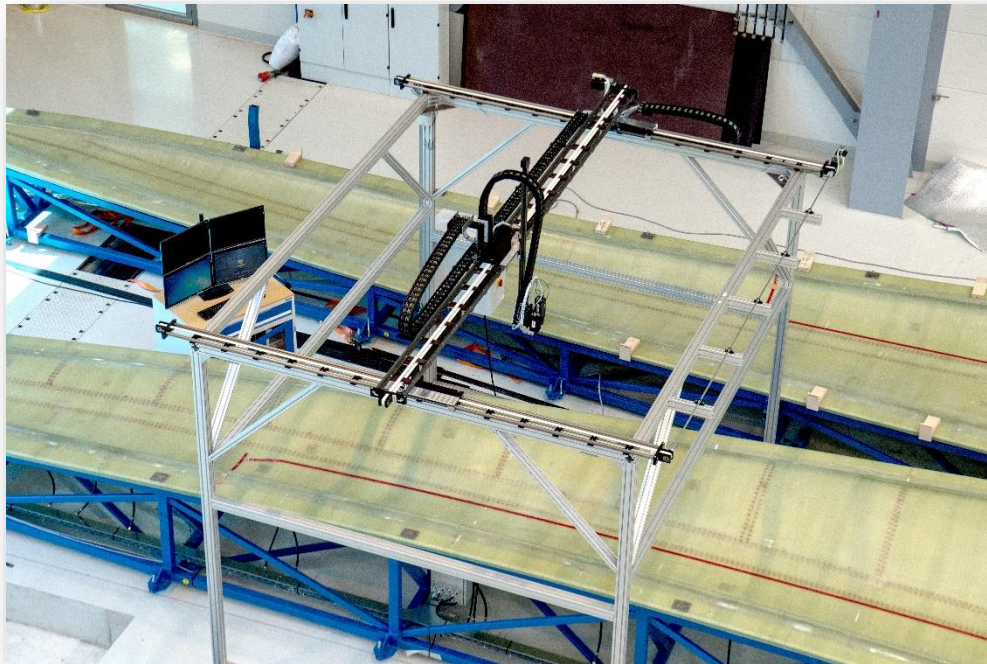
# Infrastruktur für Qualitätssicherungsmaßnahmen





# Infrastruktur für Qualitätssicherungsmaßnahmen

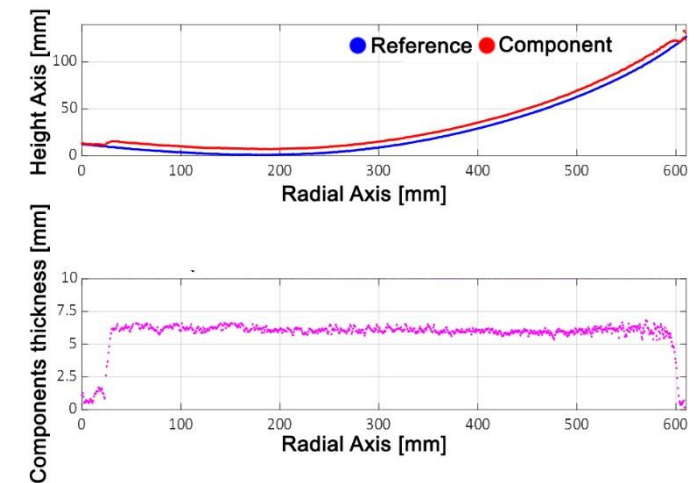
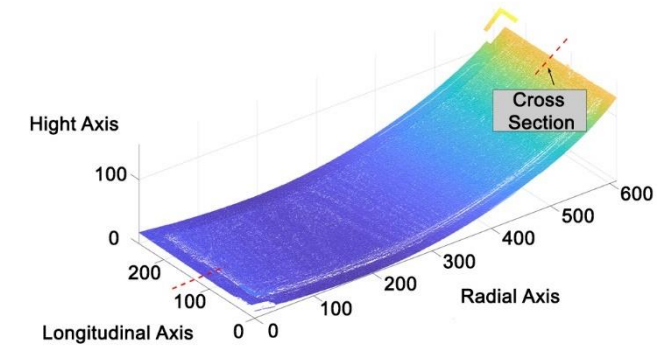
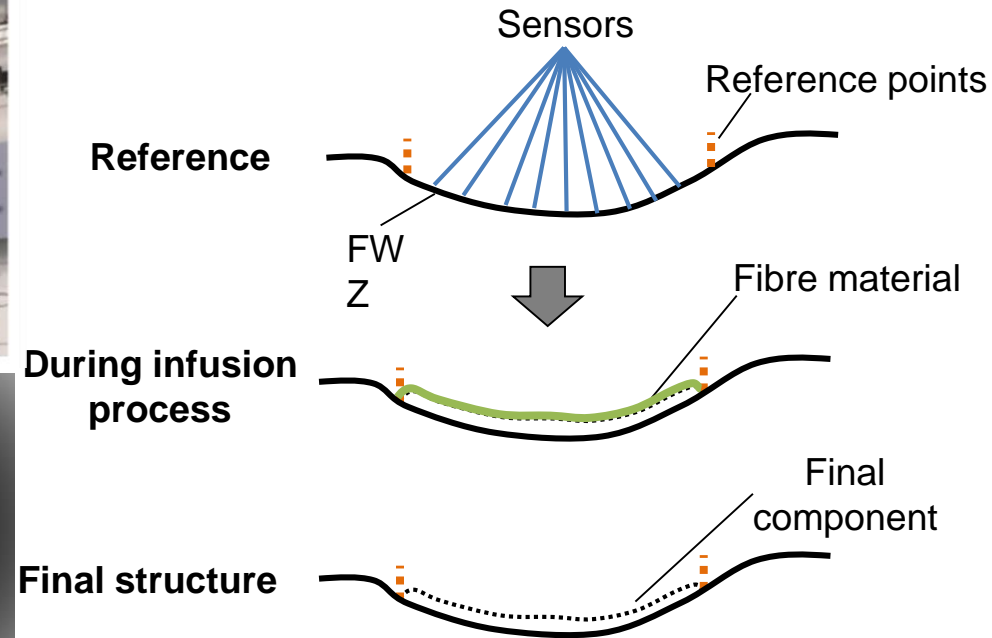
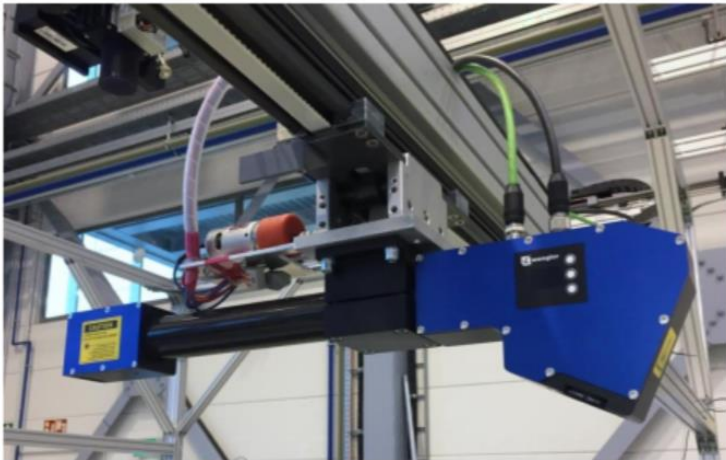
- Inline QS
  - Aushärte- & Fließfrontdetektion
  - Dickenmessung (alternative Messmethoden)
  - Optische Messzelle (Infrarotkamera, TV-Kamera, Laserabstandssensorik)



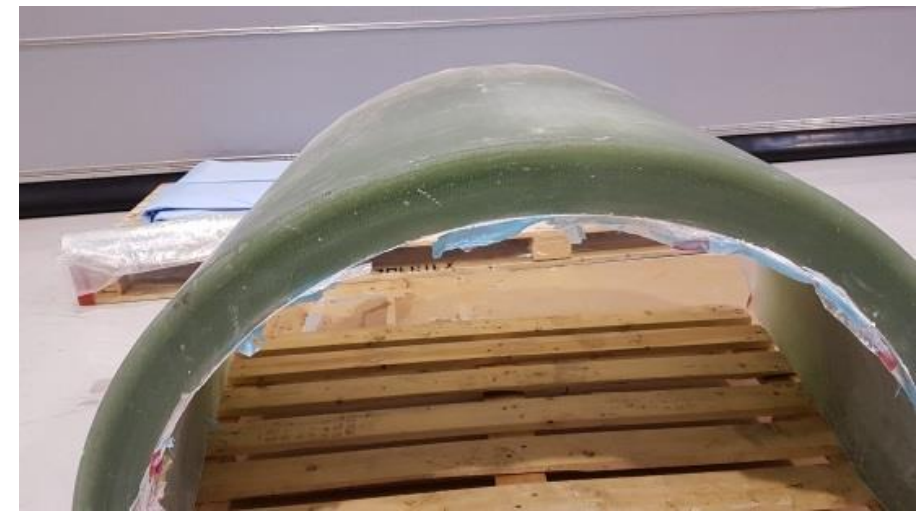


# Infrastruktur für Qualitätssicherungsmaßnahmen

- Geometrie und Dickenmessung durch Laserabstandssensorik



# Auswahl Projekte





# Biegetorsionskopplung im Projekt Smart Blades 2

- Projektübersicht:
  - Dauer 01.06.2016 – 30.09.2019
  - Gesamtbudget: 15,4 MEuro
- Inhalt:
  - Aktive Klappe an der Hinterkante
  - Aktive Klappe an der Vorderkante
  - **Passive Biege-Torsionskopplung (BTK)**
    - Geometrische BTK -> Position des Stegs
    - Bau von vier vollständigen Rotorblättern
      - 1 Testblatt
      - 3 Blätter für Anlage
      - Instrumentierung mit Sensorik
    - Test der Blätter im Forschungswindpark



**ForWind**  
Zentrum für Windenergieforschung

Supported by:



on the basis of a decision  
by the German Bundestag

**DLR**  
Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

**Fraunhofer**  
IWES

**PTJ**  
Projekträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich

**Sika**  
BUILDING TRUST

**olin**™ | EPOXY

**Nidec**  
-All for dreams

**SSB Wind Systems**  
Be consistent.

**ENERCON**  
ENERGIE FÜR DIE WELT

**SENVION**  
wind energy solutions



**Henkel**

**SUZLON**  
POWERING A GREENER TOMORROW

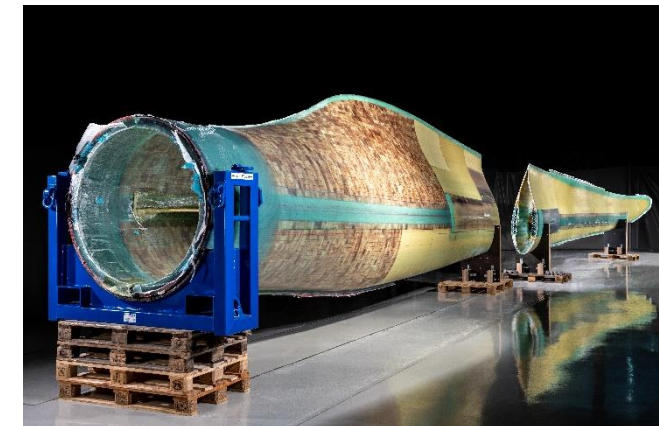
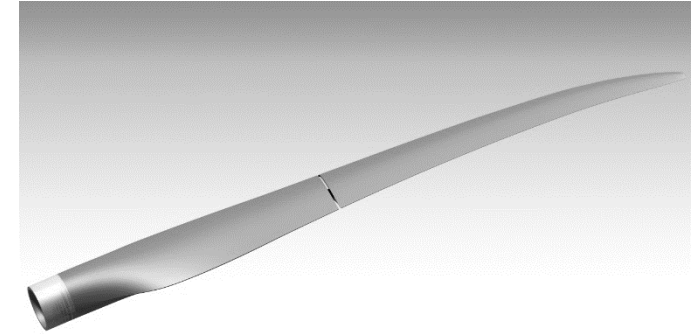
**NORDEX**

**acciona**  
Windpower



# Geteilte Rotorblätter im Projekt SegBlaTe

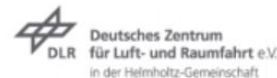
- Projektübersicht:
  - Dauer 01.01.2017 – 30.09.2020
  - Gesamtbudget: 3 MEuro
- Inhalt:
  - Erprobung eines Verbindungskonzepts von Rotorblättern im industriellen Maßstab
    - Konzeptionierung geeigneter Verbindungslösungen
    - Auslegung der Verbindungsstelle
    - Bau und Test von Verbindungselementen
    - Bau eines Rotorblatts für Montagetests



Supported by:



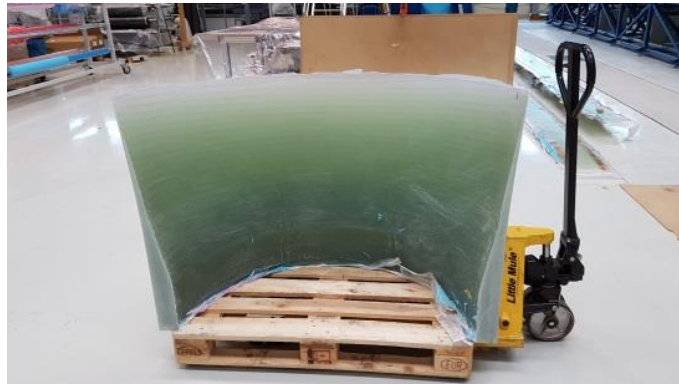
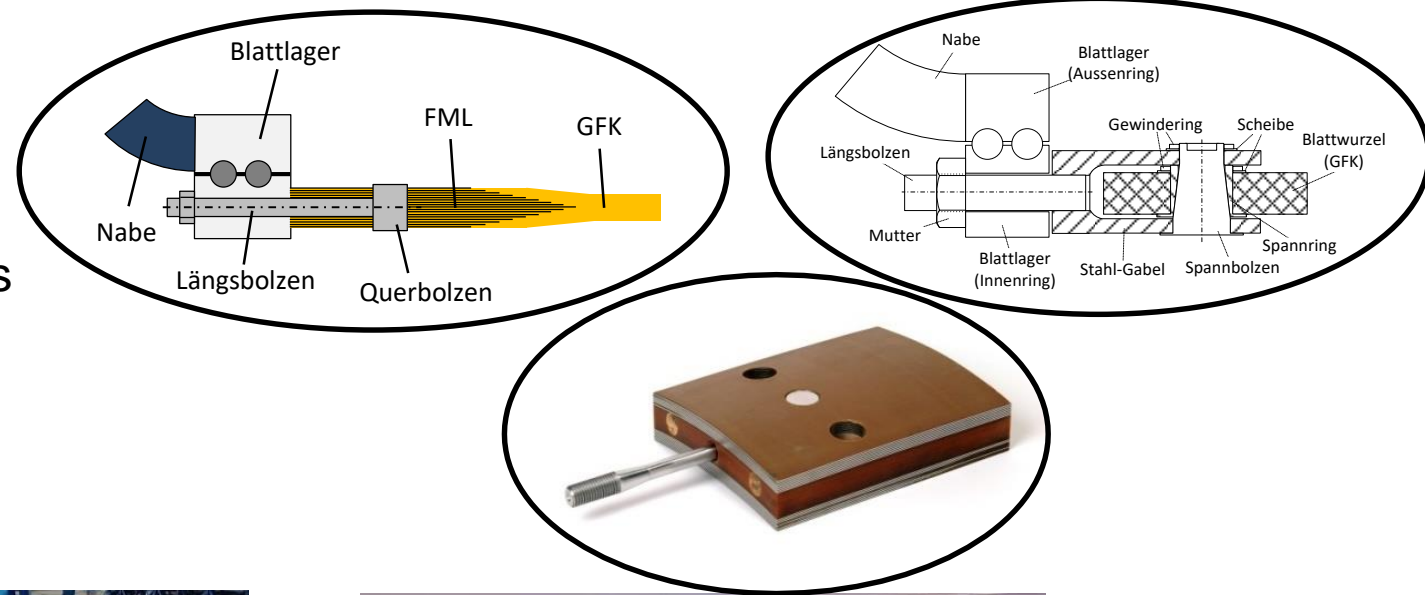
on the basis of a decision  
by the German Bundestag





# HyPeR- Einsatz von Faser-Metall-Laminaten

- Projektübersicht:
  - DLR Internes Projekt
  - Dauer 01.11.2019 – 31.10.2021
- Inhalt:
  - Auslegung eines neuen Blattanschlusses
  - Auslegung und Design von Proben
  - Test von Proben
  - Bau Demonstrator (Flanscheinleger)
  - Kostenbewertung



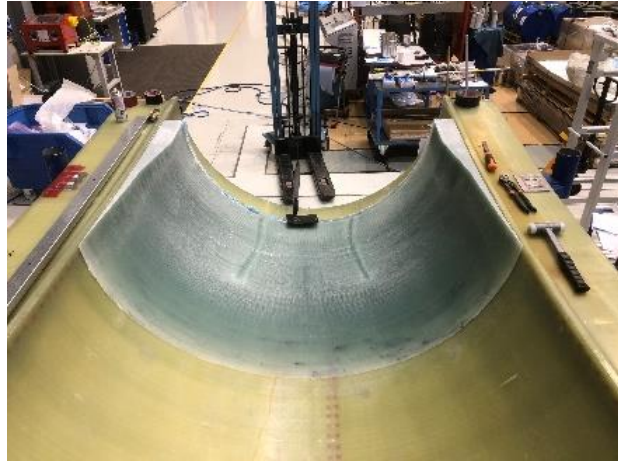


# Vorgehensweise Blattbau





# Vorgehensweise Blattbau: Vorfertigung





# Vorgehensweise Blattbau

Lagenablage



Infusionshilfsstoffe



Vakuumaufbau



Infusion/Aushärtung



Steg setzen



Verklebung



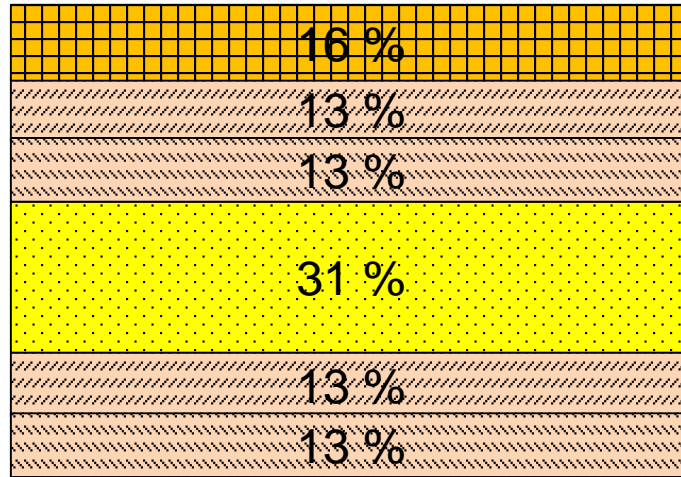
Entformung





# Ressourcenschonender Fertigungsprozess

- Beispielrechnung Harzaufnahme Sandwichlaminat



Fließhilfe

Fasermaterial 1200 g/m<sup>2</sup>

Fasermaterial 1200 g/m<sup>2</sup>

Schaumkern

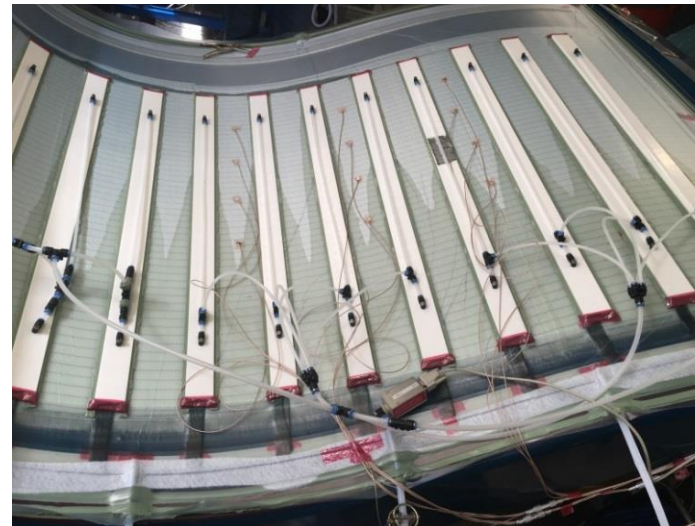
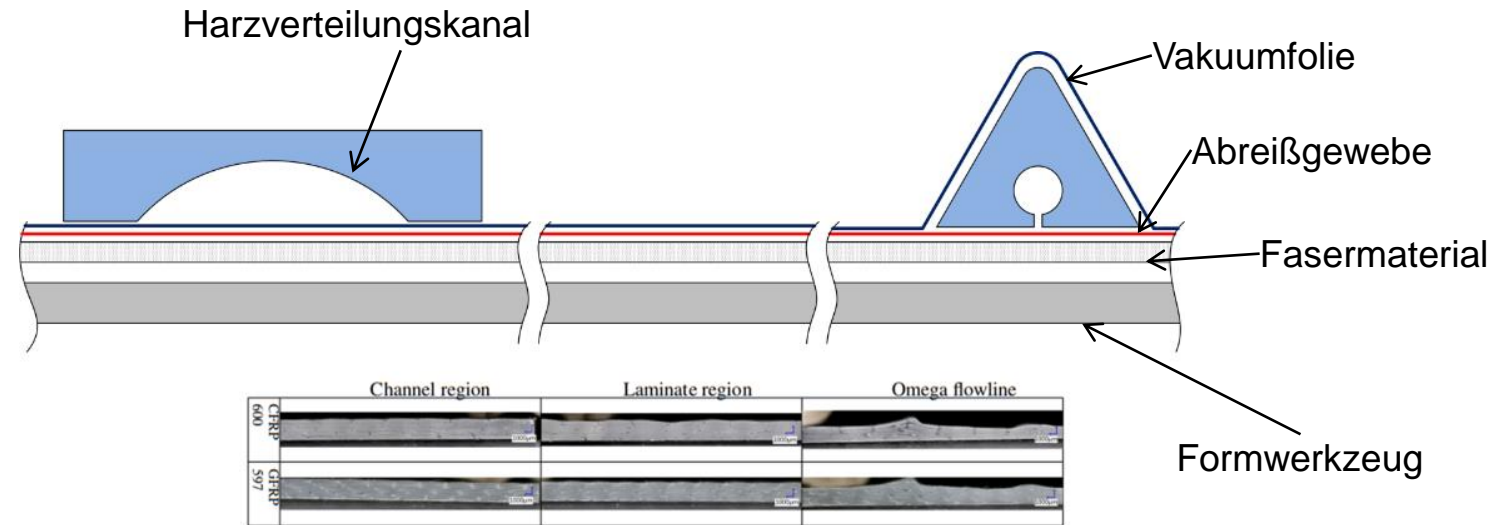
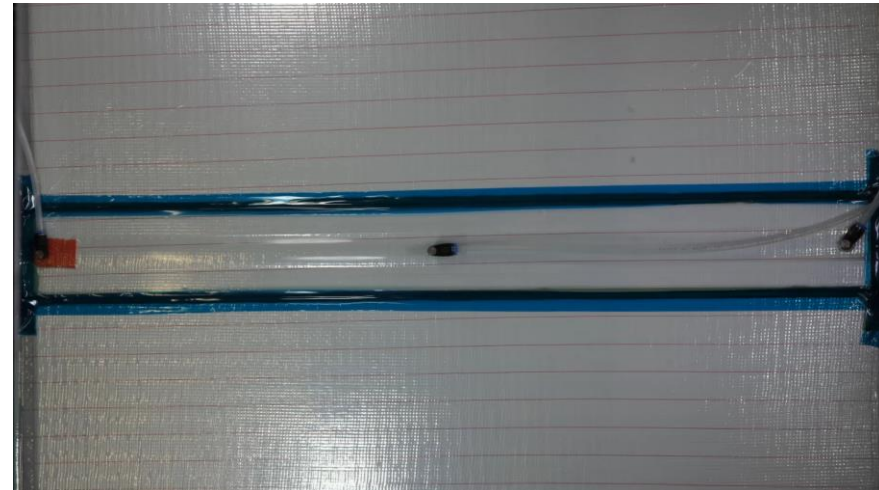
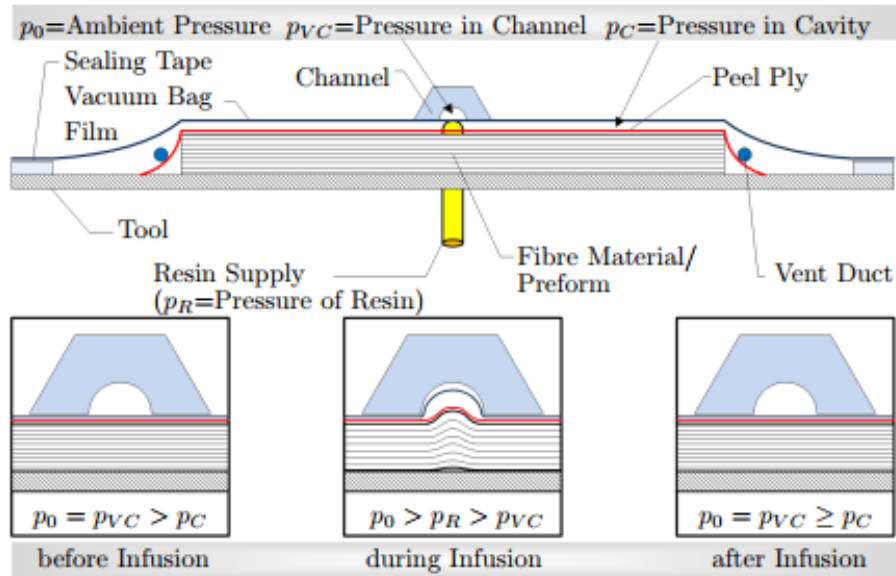
Fasermaterial 1200 g/m<sup>2</sup>

Fasermaterial 1200 g/m<sup>2</sup>





# Neues Infusionsverfahren



# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Dr.-Ing.  
**Arne Hindersmann**

Verbundprozesstechnologien

Deutsches Zentrum für Luft-  
und Raumfahrt e.V.

Institut für  
Faserverbundleichtbau  
und Adaptronik

Ottenbecker Damm 12  
21684 Stade



Telefon	+49 (0) 531 295 - 3708
Telefax	+49 (0) 531 295 - 3702
E-mail	<a href="mailto:Arne.Hindersmann@dlr.de">Arne.Hindersmann@dlr.de</a>
Internet	<a href="http://DLR.de">DLR.de</a>